



#571700H
T. 4000
11-598
PATENT
0247D-5385

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of:

KINOSHITA, Hiroyuki; UMEHARA, Motohiro
Serial No: 08/808,315
Filed: February 28, 1997
For: SAPPHIRE MONOCRYSTAL,
SEMICONDUCTOR LASER DIODE USING
THE SAME FOR SUBSTRATE, AND
METHOD FOR MANUFACTURING THE
SAME

Art Unit: 1109

Examiner: NOT ASSIGNED

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to:
Assistant Commissioner for Patents
Washington D.C. 20231, on

August 3, 1998
Date of Deposit

Louis A. Mok
Name

8/3/98
Date

TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Dear Sir:

Enclosed herewith is a certified copy of Japanese patent application No. 8-043863 filed February 29, 1996 and 8-043862 filed February 29, 1996, from which priority is claimed under 35 U.S.C. §119 and Rule 55.

Acknowledgment of the priority document(s) is respectfully requested to ensure that the subject information appears on the printed patent.

Respectfully submitted,

LOEB & LOEB LLP

By:

Louis A. Mok
Registration No. 22,585
Attorney for Applicant(s)

RECEIVED

AUG 19 1998

GROUP 2100

Date: August 3, 1998

10100 Santa Monica Blvd., 22nd Floor
Los Angeles, California 90067-4164
Telephone: (310) 282-2000
Facsimile: (310) 282-2192



日本国特許庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

RECEIVED

AUG 19 1998

GROUP 2100

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日

Date of Application:

1996年 2月29日

出願番号

Application Number:

平成 8年特許願第043863号

出願人

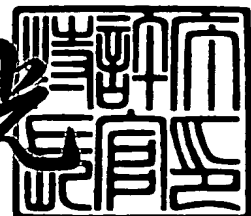
Applicant (s):

京セラ株式会社

1997年 2月28日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

荒井寿光



出証番号 出証特平09-3009534

【書類名】 特許願

【整理番号】 15080

【提出日】 平成 8年 2月29日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01S 3/16

【発明の名称】 半導体レーザダイオード及びその製造方法

【請求項の数】 2

【発明者】

【住所又は居所】 滋賀県蒲生郡蒲生町川合10番地の1 京セラ株式会社
滋賀工場内

【氏名】 梅原 幹裕

【発明者】

【住所又は居所】 滋賀県蒲生郡蒲生町川合10番地の1 京セラ株式会社
滋賀工場内

【氏名】 木下 博之

【特許出願人】

【識別番号】 000006633

【郵便番号】 607

【住所又は居所】 京都府京都市山科区東野北井ノ上町5番地の22

【氏名又は名称】 京セラ株式会社

【代表者】 伊藤 謙介

【電話番号】 075-592-3851

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 005337

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

特平 8-043863

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体レーザダイオード及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 R面に沿った二つの劈開面を有する単結晶サファイア板の主面上に、レーザ素子を成す半導体の多重層を備え、該多重層におけるレーザ光の共振器を成す二つの対向端面が、上記単結晶サファイア板のR面に沿った劈開面に連なることを特徴とする半導体レーザダイオード。

【請求項2】 単結晶サファイア基板上に、レーザ素子を成す半導体の多重層を形成した後、上記単結晶サファイア基板及び多重層を、サファイアのR面に沿って劈開して多数個に分割する工程からなる半導体レーザダイオードの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、可視領域における短波長側、特に青色領域から紫外領域まで、及び紫外光領域で発光可能な半導体レーザダイオードに関する。

【0002】

【従来の技術】

半導体レーザダイオードは、発光素子としてさまざまな用途に用いられているが、その構造として単結晶サファイア板の表面に半導体の多重層からなるレーザ素子を形成したものがある。

【0003】

その概略構造を図1に示すように、単結晶サファイア板1の表面にバッファ層2を介してレーザ素子を成す半導体の多重層3を形成して半導体レーザダイオードを構成している。この半導体レーザダイオードでは、レーザ光の共振器をなす対向端面3a、3aを滑らかな面とし、かつ平行度を高くすることによってレーザの発振効率を向上させることができる。

【0004】

この半導体レーザダイオードの製造方法として、特開平7-297495号公

報には、単結晶サファイア基板のA面（11-20）に多重層3を形成した後、単結晶サファイア基板をC軸<0001>に沿って劈開し、分割することによって、多重層3の対向端面3a、3aを精密な鏡面として半導体レーザダイオードの発振効率を向上させることが提案されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、上記特開平7-297495号に示されるように単結晶サファイアをC軸に沿って劈開した場合、安定した劈開面が得られず、その結果多重層3の対向端面3a、3aの面精度、平行度を高くすることができないため、歩留り良く、発振効率の良いレーザダイオードを得ることができなかった。

【0006】

そこで本発明は、サファイアのへき開面の精度を向上させることにより、共振器を構成する多重層の対向端面の平行度及び面精度を良好な状態に改善し、レーザの発振効率を向上させ、半導体レーザダイオードを歩留り良く得ることを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明は、R面に沿った二つの劈開面を有する単結晶サファイア板の主面上に、レーザ素子を成す半導体の多重層を備え、該多重層におけるレーザ光の共振器を成す二つの対向端面が、上記単結晶サファイア板のR面に沿った劈開面に連なることを特徴とする。

【0008】

また、本発明は、単結晶サファイア基板上に、レーザ素子を成す半導体の多重層を形成した後、上記単結晶サファイア基板及び多重層を、サファイアのR面に沿って劈開して多数個に分割する工程から半導体レーザダイオードを製造することを特徴とする。

【0009】

【作用】

本発明によれば、半導体の多重層を形成した後、単結晶サファイア基板をR面

に沿って劈開することによって、容易に、高精度に分割することができ、その分割面を滑らかな面とすることができる。このとき、上記多重層もR面に沿って滑らかな面となるように分割されるため、この分割面を共振器を成す対向端面とすれば、半導体レーザダイオードのレーザ発振効率を向上することができる。

【0010】

【発明の実施の形態】

以下本発明の実施の形態として、活性層をその禁制帯幅よりも大きな禁制帯幅を有する層で挟んだダブルヘテロ接合構造の窒化ガリウム系化合物半導体（ $(Al_x Ga_{1-x})_y In_{1-y} N$ ： $0 \leq x \leq 1$ ， $0 \leq y \leq 1$ ）から成るレーザダイオードについて説明する。

【0011】

図1に斜視図を、図2に断面図を示すように、本発明の半導体レーザダイオードは、単結晶サファイア板1の主面11にAlN層からなるバッファ層2を備え、該バッファ層2の上にレーザ素子を成す半導体の多重層3を備えている。

【0012】

この多重層3は、バッファ層2の全面に備えたSiドーブn型GaN層からなる n^+ 層31と、この n^+ 層31上に備えた電極41と、該電極41以外の部分に備えたSiドーブ $Al_{0.1}Ga_{0.9}N$ 層からなるn層32と、シリコンドーブGaN層からなる活性層33と、マグネシウムドーブ $Al_{0.1}Ga_{0.9}N$ 層からなるp層34と、これを覆う SiO_2 層35と、 SiO_2 層35の窓部に備えた電極42から構成されている。

【0013】

そして、図1に示すように単結晶サファイア板1の対向する端面12、12はR面に沿って劈開した面となっており、上記多重層3の対向端面3a、3aはそれぞれこの端面12、12に連続した面となっている。

【0014】

また、詳細を後述するように、本発明の半導体レーザダイオードは、単結晶サファイア基板上に多重層3を形成した後、R面に沿って劈開し、分割することによって、効率的に製造することができる。

【0015】

ことき、単結晶サファイアはR面に沿って劈開すると、容易にかつ高精度に分割でき、しかも分割した端面12は極めて滑らかな面とすることができる。したがって、R面に沿って分割する際に多重層3も同様に高精度に分割されることとなり、対向端面3a、3aは滑らかで平行度の高い面とすることができる。その結果、両電極41、42間に電圧を印加してレーザ光を発振させる場合に、この対向端面3a、3a間で共振器を成すことから、レーザ光の発振効率を向上させることができる。

【0016】

以下、図1、2に示す半導体レーザダイオードの製造方法を説明する。

【0017】

まず、図4に示すように、主面11がA面(11-20)からなる単結晶サファイア基板10を用意する。

【0018】

ここで、単結晶サファイアの結晶構造は、図3に示すように六方晶系であり、その中心軸をなすC軸とこれに垂直なC面(0001)、C軸から三方へ放射状に伸びるA軸(a_1 軸、 a_2 軸、 a_3 軸)とそれぞれに垂直なA面(11-20)、C軸に対して一定角度を有するR面(1-102)とこれに垂直なR軸が存在する。即ち、図4に示すように主面11をA面とした単結晶サファイア基板10の場合、主面11に対し垂直な断面としてR面が存在する。なおこれらの面や軸の方向については、X線回折により分析することができる。

【0019】

この単結晶サファイア基板10を有機洗浄した後、結晶成長装置の結晶成長部に設置する。装置内を真空排気した後、水素を供給し、水素雰囲気中で約1200℃まで昇温して、単結晶サファイア基板10の表面に付着した炭化水素系ガスを除去する。

【0020】

次に、単結晶サファイア基板10の温度を600℃程度まで降温し、トリメチルアルミニウム(TMA)及びアンモニア(NH_3)を供給して、基板上に約5

0 nmの厚みにAlN層を成長させてバッファ層2とする。次に、TMAの供給のみを停止し、基板の温度を1040℃まで上げ、トリメチルガリウム(TMG)及びシラン(SiH_4)を供給し、Siドーブn型GaN層から成る n^+ 層31を成長させる。

【0021】

一旦、単結晶サファイア基板10を成長炉から取り出し、 n^+ 層31の表面の一部を SiO_2 でマスクした後、再び成長炉に戻し、真空排気して水素及び NH_3 を供給して、1040℃まで昇温する。次に、TMA、TMG及び SiH_4 を供給して、 SiO_2 でマスクされていない部分に厚さ0.5 μm のSiドーブ $\text{Al}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{N}$ 層を形成してn層32とする。

【0022】

次に、TMG及び SiH_4 を供給し、厚さ0.2 μm のシリコンドーブGaN層を成膜して活性層33とする。次に、TMA、TMG及び Cp_2Mg (ビスシクロペンタジエニルマグネシウム)を供給して、厚さ0.5 μm のマグネシウムドーブ $\text{Al}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{N}$ 層から成るp層34を形成する。

【0023】

次に、マスクとして使用した SiO_2 を沸酸系エッチャントにより除去し、p層34上に SiO_2 層35を堆積した後、縦1 mm、横80 μm の短冊状に窓を開け、真空チャンバに移してp層34に電子線照射を行う。この電子線照射によりp層34はp伝導を示した。

【0024】

次に、p層34の窓にあたる部分と、 n^+ 層31に、各々金属の電極41、42を形成する。

【0025】

上記のレーザ素子を成す多重層3が1枚の単結晶サファイア基板10上に多数形成される。そして、この単結晶サファイア基板10と多重層3を同時に分割することによって、図1、2に示す個々の半導体レーザダイオードを得ることができる。

【0026】

この分割を行う際に、多重層3の対向端面3a、3a及び単結晶サファイア板1の端面12、12は、R面に沿った劈開により分割され、その他の端面はダイヤモンドカッター等で切断して分割する。

【0027】

なお、R面に沿った劈開による分割の方法は、単結晶サファイア基板10の表面にダイヤモンドペンによりR面に沿った方向のクラック線を引き、このクラック線を広げる方向に前応力を加えれば、クラック線が成長し、R面に沿って劈開して分割することができる。または、レーザ光や熱線（ニクロム線等の電熱線を含む）等により、熱応力を劈開方向に誘導することにより、分割しても良い。

【0028】

このように、R面に沿って劈開して分割することにより、半導体レーザダイオードを成す単結晶サファイア板1の端面12、12は原子レベルで整列した極めて滑らかな面とすることができ、同時に分割される多重層3の対向端面3a、3aも極めて滑らかで平行度の高い面とすることができ、その結果、発振効率の高い半導体レーザダイオードを得ることができる。

【0029】

実際に、厚みが225～275 μ mの単結晶サファイア基板10の主面11をA面とし、この主面11上にGa₂Nを成長させた後、この基板をサファイアのR面に沿って劈開させると、用意に分割することができた。しかし、この基板をサファイアのR面以外の面で劈開させようとした場合、精度良く分割することは、困難であった。また、R面以外の面では、劈開面を平行に得ることも極めて困難であった。

【0030】

なお、サファイア基板10の主面11は必ずしもA面とする必要はない。例えば、図5に示すように主面11をC面とすることもできる。この場合は、劈開面であるR面が、主面11と垂直ではなく約57.62°の角度を持つことになるが、やはりこのR面に沿って劈開させて分割すると、容易に分割でき、滑らかな分割面を得ることができる。

【0031】

さらに、主面11をA面、C面以外の面とすることも可能であり、いずれの場合であっても、Ga₂Nの結晶方向には影響はなかった。

【0032】

また、このサファイア基板10は、様々な育成方法により得られるが、EFG法により育成させることで、効率よく劈開面を設定した基板を容易に得ることができる。

【0033】

例えば、図6に示す単結晶サファイア基板10は、円板状で、周囲の一部に基準面10aを成すオリエンテーションフラットを形成し、この基準面10aをR面と垂直又は平行に形成したものである。また、図7に示す単結晶サファイア基板1は、角型であり、一方の基準面10aをR面と平行に、他方の基準面10bをR面と垂直に形成したものである。

【0034】

このように、基準面10a、10bをR面と垂直又は平行に形成しておくことによって、R面の方向を識別することができ、しかも分割する際に基板の面積を最大限に利用することができる。

【0035】

また、上記実施例では、レーザ素子を成す半導体の多重層3としてGa₂N系のもののみを示したが、この他にSiC系、ZnSe系、Zn系等の半導体を用いることもできる。

【0036】

【発明の効果】

以上のように本発明によれば、R面に沿った二つの劈開面を有する単結晶サファイア板の主面上に、レーザ素子を成す半導体の多重層を備えた半導体レーザダイオードにおいて、該多重層におけるレーザ光の共振器を成す二つの対向端面が、上記単結晶サファイア板のR面に沿った劈開面に連なることによって、多重層の対向端面の面精度、平行度を高くすることができ、レーザの発振効率を向上することができる。

【0037】

また、本発明によれば、単結晶サファイア基板上に、レーザ素子を成す半導体の多重層を形成した後、上記単結晶サファイア基板及び多重層を、サファイアのR面に沿って劈開して多数個に分割する工程から半導体レーザダイオードを製造することによって、極めて簡単な工程で、高性能の半導体レーザダイオードを製造することができる。

【0038】

本発明により、可視領域における短波長側、特に青色領域から紫外領域まで、及び紫外光領域で発光可能な高性能の半導体レーザダイオードを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の半導体レーザダイオードを示す斜視図である。

【図2】

図1中のX-X線断面図である。

【図3】

単結晶サファイアの基本的な結晶構造を示した図である。

【図4】

本発明の半導体レーザダイオードを製造する際に用いる単結晶サファイア基板を示す斜視図である。

【図5】

本発明の半導体レーザダイオードを製造する際に用いる単結晶サファイア基板を示す斜視図である。

【図6】

本発明の半導体レーザダイオードを製造する際に用いる単結晶サファイア基板を示しており、(A)は平面図、(B)は側面図である。

【図7】

本発明の半導体レーザダイオードを製造する際に用いる単結晶サファイア基板を示しており、(A)は平面図、(B)は側面図である。

【符号の説明】

1 : 単結晶サファイア板

1 1 : 主面

1 2 : 端面

2 : バッファ層

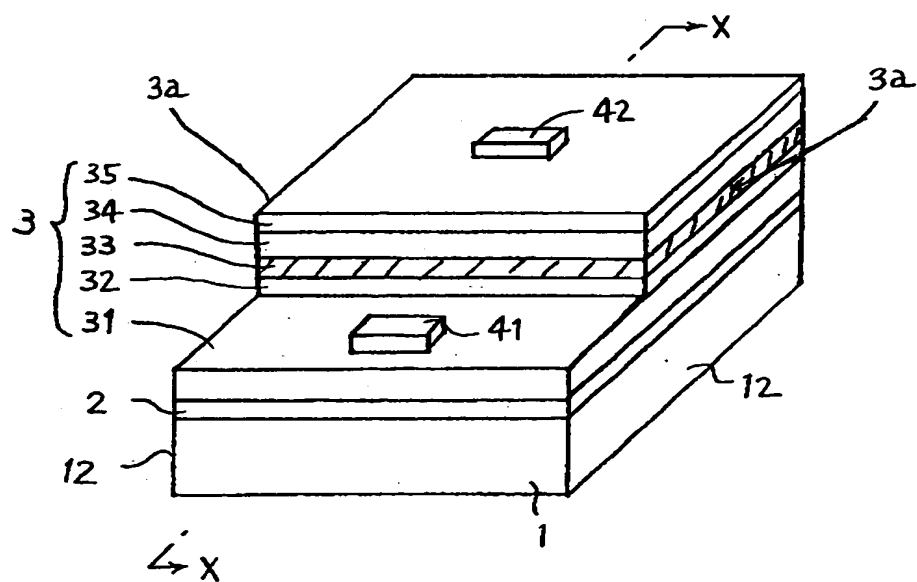
3 : 多重層

3 a : 対向端面

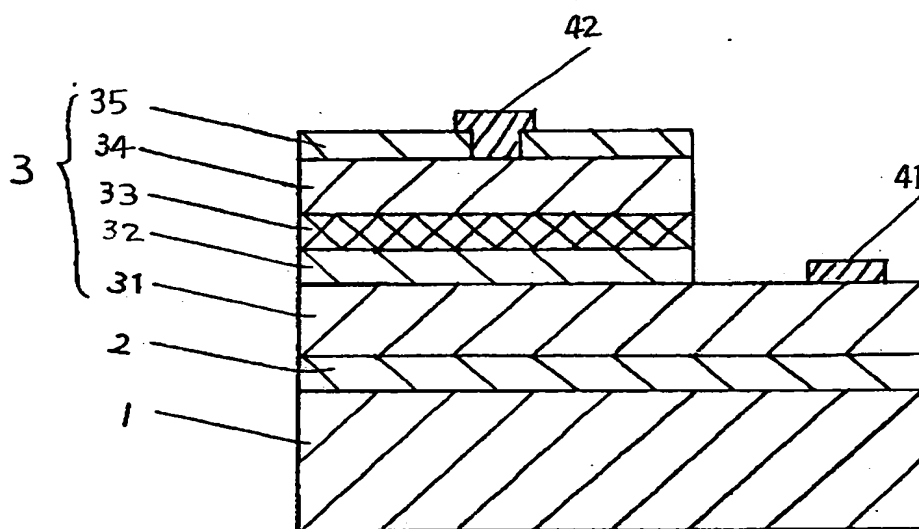
1 0 : 単結晶サファイア基板

【書類名】 図面

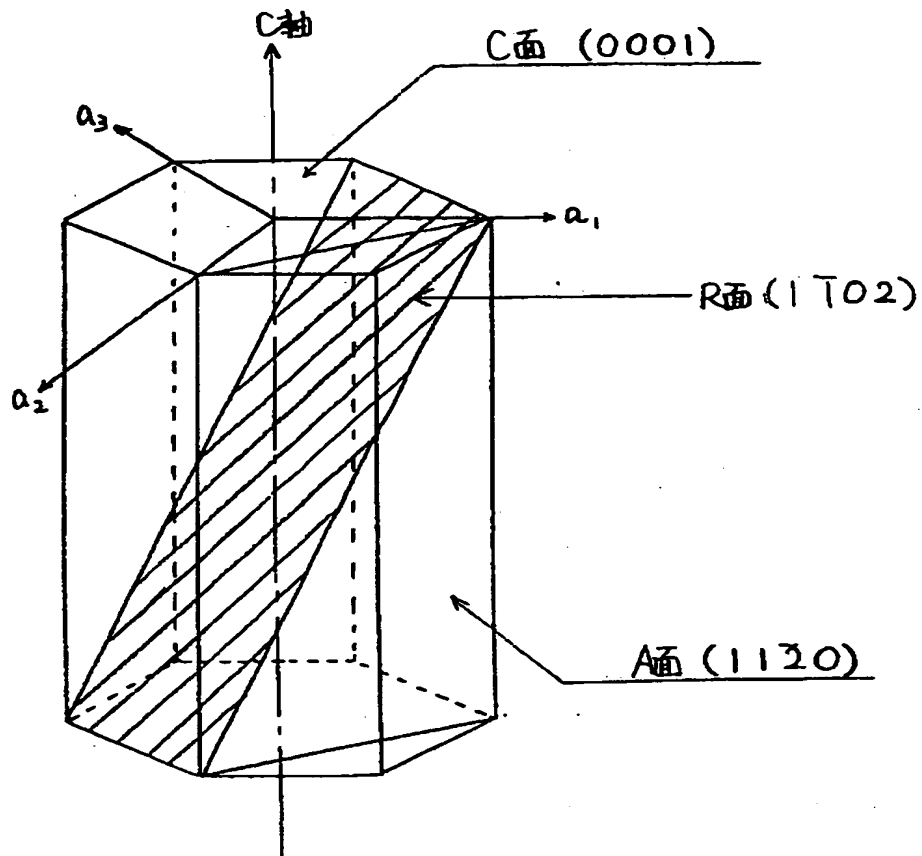
【図1】



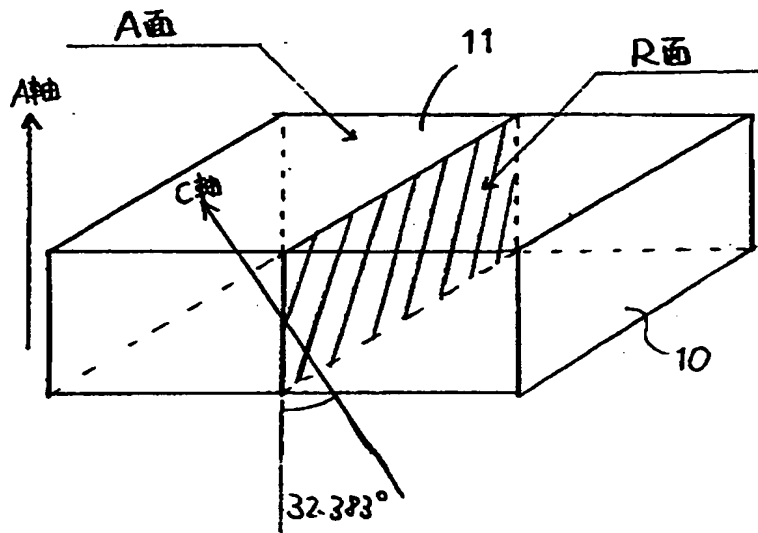
【図2】



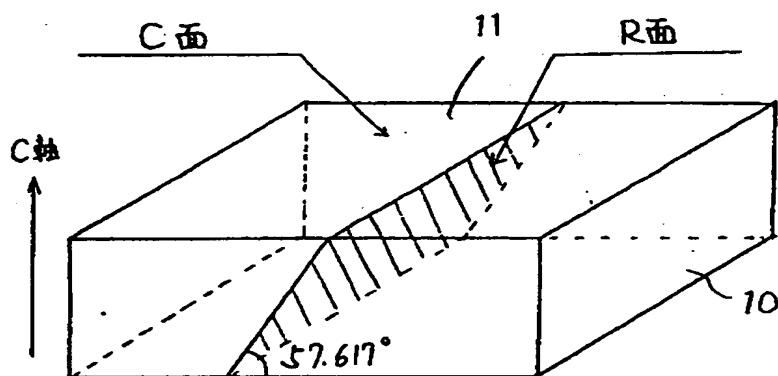
【图3】



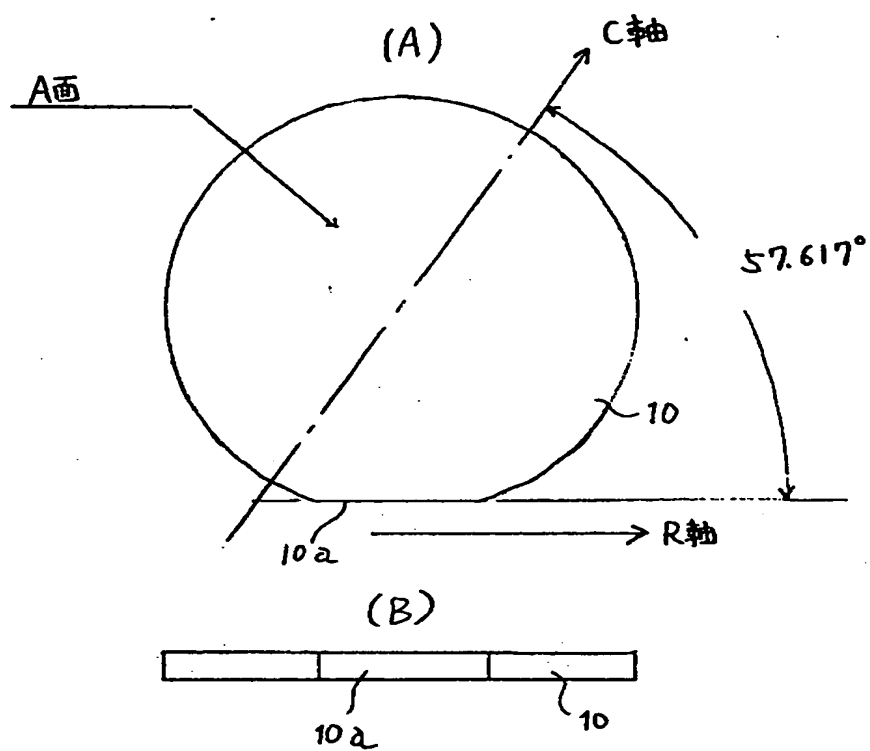
【図4】



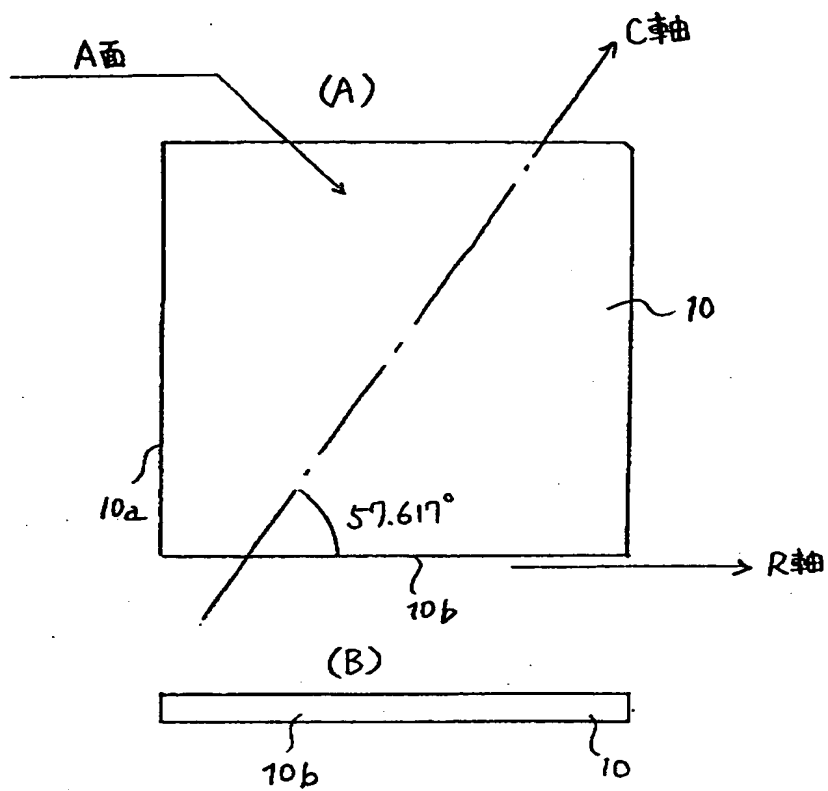
【図5】



【图6】



【図7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】極めて簡単な工程で、高性能の半導体レーザダイオードを製造する。

【解決手段】単結晶サファイア基板上に、レーザ素子を成す半導体の多重層を形成した後、上記単結晶サファイア基板及び多重層を、サファイアのR面に沿って劈開して多数個に分割する工程から半導体レーザダイオードを製造する。

【選択図】 図1

【書類名】

職権訂正データ

【訂正書類】

特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

申請人

【識別番号】

000006633

【住所又は居所】

京都府京都市山科区東野北井ノ上町5番地の22

【氏名又は名称】

京セラ株式会社

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006633]

1. 変更年月日 1990年 8月10日

[変更理由] 新規登録

住 所 京都府京都市山科区東野北井ノ上町5番地の22

氏 名 京セラ株式会社